

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-311928

(43)Date of publication of application : 07.11.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
H01L 29/78

(21)Application number : 11-121090

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 28.04.1999

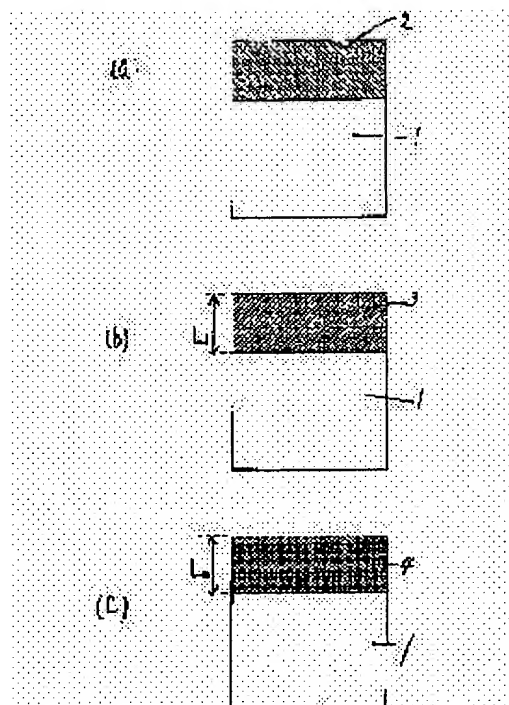
(72)Inventor : IWATA YASUSHI

(54) JUDGMENT METHOD FOR NITROGEN CONCENTRATION IN GATE OXIDE FILM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To estimate nitrogen concentration on the basis of a simply calculated reoxidated film thickness rate by a method wherein the nitrogen concentration is judged on the basis of the deposition speed of a thermal oxide film.

SOLUTION: A thermal oxide film 2 is formed on a semiconductor substrate 1 by a CVD method. After that, the thermal oxide film 2 is heated for a short time in a nitrous oxide atmosphere, and an oxynitride film 3 is formed. After that, when the oxynitride film is heated for a short time in an oxygen atmosphere, the oxynitride film is reoxidized, and a reoxidation film 4 is formed. A reoxidation film thickness rate is found on the basis of a film thickness L1 after the oxynitride film is formed by oxidizing N₂O and on the basis of a film thickness L2 after a reoxidation treatment performed thereafter. A thermal oxide film thickness which is found by an optical film-thickness measuring device is 40 Å as a target film thickness. A linear relationship is established between the concentration of nitrogen in a gate oxide film and a reoxidation rate. When the reoxidation rate with reference to the oxynitride film by a treatment under an oxynitriding condition is calculated, the concentration of the nitrogen can be estimated. By using this characteristic, the concentration of the nitrogen in the gate oxide film is judged.



*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the judgment method of the constituent concentration in the oxide film in the case of the gate oxide-film formation in the manufacturing process of a semiconductor device.

[Description of the Prior Art] After forming a nitriding oxide film for the thermal oxidation film formed on the silicon substrate as a remedy to the flat-band-voltage shift and the increase in interface level density by hot carrier pouring in gate oxide-film formation conventionally using short ***** in nitriding nature atmosphere as indicated, for example by JP,1-37027,A, reoxidation processing is performed using short ***** in the oxidizing atmosphere. When parameter value, such as the processing time in the inside of the gas which contained nitrogen in the aforementioned **** nitriding treatment, a quantity of gas flow, and processing temperature, changes, the nitrogen concentration in a gate oxide film changes, and the electrical property changes. Therefore, in order to acquire a predetermined electrical property and to investigate the electrical property of the gate oxide film formed in a tentative way, the nitrogen concentration in a gate oxide film was quantitatively analyzed using the analyzer by the secondary ion mass spectrometry (SIMS), the Auger electron spectroscopy (AES), etc., and parameter value is set up based on this.

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in order to obtain a gate oxide film with the desired electrical property, it is necessary to perform the aforementioned analysis to whenever [the], and great time and great costs start it. Moreover, since it is checking that it is the quality of a gate oxide film which had a target electrical property by the aforementioned method for every 200 device wafer processing periodically about the deposition processing conditions of a gate oxide film in a semiconductor plant, it cannot check whether the gate oxide film which had an electrical property as a target to all wafers has accumulated. In view of such a trouble, if the nitrogen concentration of this invention in a gate oxide film is high when a nitrogen atom mixes in an atomic-union hand [a silicon substrate / near the oxide-film interface], it aims late to let the growth rate of oxidization estimate this nitrogen concentration from the reoxidation thickness rate computed from the easy thickness measurement, without using instruments for analysis, such as SIMS and AES, for the nitrogen concentration in a gate oxide film using a bird clapper.

[Means for Solving the Problem] In the semiconductor device manufacturing process to which invention of this invention according to claim 1 performs reoxidation processing using a heating furnace in an oxidizing atmosphere after forming a nitriding oxide film for the thermal oxidation film formed on the semiconductor substrate using a heating furnace in nitriding nature atmosphere It is the nitrogen concentration judging method in the gate oxide film characterized by judging the nitrogen concentration in the thermal oxidation film after the aforementioned reoxidation processing from the rate of sedimentation of the thermal oxidation film in the aforementioned reoxidation processing. Invention according to claim 2 is the nitrogen concentration judging method in the gate oxide film according to claim 1 characterized by asking for the rate of sedimentation in reoxidation processing in the difference of the thickness after nitriding oxide-film formation, and the thickness after reoxidation. Invention

according to claim 3 is the nitrogen concentration judging method in the gate oxide film according to claim 1 or 2 characterized by using a hydrochloric-acid oxidation style in reoxidation processing.

[Embodiments of the Invention] Below, the operation form of this invention is shown. Drawing 1 is an example of oxide-film formation about this invention. The thermal oxidation film 2 is formed by CVD on the semiconductor substrate 1 (drawing 1 a), and the nitriding oxide film 3 is formed by carrying out short-time heating in nitrous-oxide atmosphere after that (drawing 1 b). Then, by carrying out short-time (T) heating in oxygen atmosphere, a nitriding oxide film is reoxidated and the reoxidation film 4 is formed (drawing 1 c). If a reoxidation thickness rate is made into the thickness L1 after forming the nitrogen oxide film by N2O oxidization (nitriding oxidization), and the thickness L2 after subsequent reoxidation processing, it will be called for from a formula $[(L2-L1)/T]$. Moreover, it is asking for the above-mentioned thickness with the optical thickness-measurement vessel, and thermal oxidation thickness makes 40A target thickness. Drawing 2 shows the peak intensity ratio of the nitrogen/oxygen for which it asked from the SIMS measurement when changing parameter value, such as the processing time, processing temperature, and a quantity of gas flow, in **** nitriding treatment, and the relation of the reoxidation thickness rate under the conditions. For example, in the plot A in drawing 2, the peak intensity ratio of the nitrogen/oxygen for which it asked from SIMS measurement is 5 minutes, and 0.0191 and the N2O flow rate of a reoxidation rate are [5slm(s) and processing temperature / 900 degrees C and the processing time] parts for 0.88A/. As shown in drawing 2, linear relation is materialized between the nitrogen concentration in a gate oxide film, and a reoxidation rate, and the nitrogen concentration in the conditions concerned can be estimated by computing the reoxidation rate to the nitriding oxide film by a certain acid nitriding condition processing. That is, this invention judges the nitrogen concentration in an oxide film, without using instruments for analysis, such as SIMS and AES, using this property. Therefore, since the thickness measurement which is a measuring method [short time simply and] can estimate the nitrogen concentration in a gate oxide film, it becomes easy to carry out management of the process in a manufacture site, and the time and costs in manufacture can be reduced. In addition, dry cleaning O2 is sufficient as reoxidation, and it should just be among an oxidizing atmosphere. Moreover, if hydrochloric-acid oxidation treatment which mixed the hydrochloric acid gas which improves membraneous quality is performed, there is the annealing effect. Moreover, since the reoxidation concerned diffuses the inside of an oxide film and a reacting matter reacts by the interface with silicon, the thick film with which the thickness of a reoxidation film serves as a diffusion limitation is unsuitable, and hundreds ofA or less is desirable.

[Effect of the Invention] According to this invention, without using instrument for analysis, the nitrogen concentration in a gate oxide film can be estimated by spot observation of oxidization thickness, and it is useful as the monitoring technique.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-311928

(P2000-311928A)

(43) 公開日 平成12年11月7日 (2000.11.7)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

Q 4 M 1 0 6

29/78

29/78

3 0 1 T 5 F 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平11-121090

(22) 出願日 平成11年4月28日 (1999.4.28)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 岩田 裕史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆嗣

Fターム(参考) 4M106 AAG1 AB01 AB02 BAG4 CA48

DH01 DH03 DH04

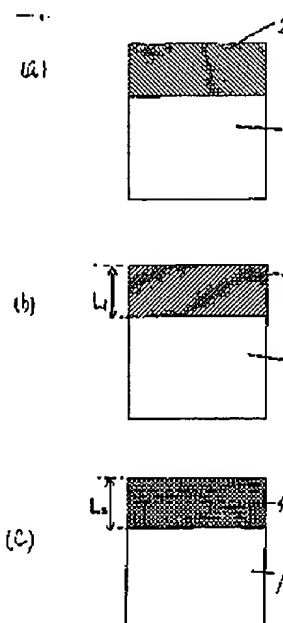
5F040 DA30 DC01 ED03

(54) 【発明の名称】 ゲート酸化膜中の窒素濃度測定方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のゲート酸化膜中の濃度分析に関しては、堆積後に分析装置により測定している。従って、熱酸化条件によって酸化膜中の窒素濃度が変化することから新規の熱酸化条件を確立する為にはモニタリングを行って酸化膜中の窒素濃度をSIMSやAESによる分析装置により分析する必要があった。

【解決手段】 再酸化の際の酸化レートがゲート酸化膜中の窒素濃度と線形関係が成立することを利用して、再酸化レートを求めることによりゲート酸化膜中の窒素濃度を見積もる。



(2)

特開2000-311928

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板上に形成された熱酸化膜を窒化性雰囲気中で加熱炉を用いて窒化酸化膜を形成した後、酸化性雰囲気中で加熱炉を用いて再酸化処理を行う半導体装置製造工程において、前記再酸化処理における熱酸化膜中の窒素濃度を、前記再酸化処理における熱酸化膜の堆積速度から判定することを特徴とするゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法。

【請求項2】再酸化処理における堆積速度を、窒化酸化膜形成後の膜厚と、再酸化後の膜厚との差において求めたことを特徴とする請求項1記載のゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法。

【請求項3】再酸化処理において塩酸酸化法を利用することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造工程におけるゲート酸化膜形成の際の酸化膜中の成分濃度の判定方法に関するものである。

【従来の技術】従来、ゲート酸化膜形成においては、例えば特開平1-37027号公報で開示されているようにホットキャリア注入によるフラットバンド電圧シフトや界面準位密度増加に対する改善策としてシリコン基板上に形成された熱酸化膜を窒化性雰囲気中で短時間加熱炉を用いて窒化酸化膜を形成した後、酸化性雰囲気中で短時間加熱炉を用いて再酸化処理を行っている。前記熱酸化処理においては窒素を含有したガス中での処理時間、ガス流量、処理温度等のパラメータ値が変わることによりゲート酸化膜中の窒素濃度が変化し、その電気特性が変化する。従って、所定の電気特性を得る為に、試験的に形成したゲート酸化膜の電気特性を調べるためにゲート酸化膜中の窒素濃度を二次イオン質量分析法(SIMS)やオージェ電子分光法(AES)等による分析器を用いて定量的に分析し、これに基づいてパラメータ値を設定している。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、所望の電気特性を持ったゲート酸化膜を得るためには、その度に前記分析を行う必要があり、多大な時間と費用がかかる。又、半導体製造工場においてはゲート酸化膜の堆積処理条件については定期的に、例えばデバイスウェーハ200枚処理毎に前記の方法により目標の電気特性を持ったゲート酸化膜質かどうかの確認をしている為、全ウェーハに対して目標通りの電気特性を持ったゲート酸化膜が堆積されているかは確認できない。本発明は、このような問題点を鑑みて、シリコン基板/酸化膜界面近傍における原子結合手に窒素原子が侵入することによりゲート酸化膜中の窒素濃度が高いと酸化の成長速度が遅くなることを利用して、ゲート酸化膜中の窒素濃度をSIMSやAES等の分析機器を用いることなく簡単な膜厚測定から算出した再酸化膜厚レートから該窒素濃度を見

積もることを目的としている。

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の発明は、半導体基板上に形成された熱酸化膜を窒化性雰囲気中で加熱炉を用いて窒化酸化膜を形成した後、酸化性雰囲気中で加熱炉を用いて再酸化処理を行う半導体装置製造工程において、前記再酸化処理における熱酸化膜中の窒素濃度を、前記再酸化処理における熱酸化膜の堆積速度から判定することを特徴とするゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法である。請求項2記載の発明は、再酸化処理における堆積速度を、窒化酸化膜形成後の膜厚と、再酸化後の膜厚との差において求めたことを特徴とする請求項1記載のゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法である。請求項3記載の発明は、再酸化処理において塩酸酸化法を利用することを特徴とする請求項1又は請求項2記載のゲート酸化膜中の窒素濃度判定方法である。

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態を示す。図1は本発明に関する酸化膜形成例である。半導体基板1上にCVD法により熱酸化膜2を形成し(図1a)、その後窒化窒素雰囲気中で短時間加熱することにより窒化酸化膜3を形成する(図1b)。その後、酸素雰囲気中で短時間(T)加熱することにより窒化酸化膜を再酸化し、再酸化膜4を形成する(図1c)。再酸化膜厚レートはN2O酸化(窒化酸化)による窒素酸化膜を形成後の膜厚L1と、その後の再酸化処理後の膜厚L2とすると計算式 $[(L2-L1)/T]$ から求められる。又、前述の膜厚は光学的膜厚測定器により求めており、熱酸化膜厚は40Åを目標膜厚としている。図2は、熱酸化処理において処理時間、処理温度、ガス流量等のパラメータ値を変えたときのSIMS測定から求めた窒素/酸素のピーク強度比とその条件下における再酸化膜厚レートの関係を示している。例えば、図2におけるプロットAにおいては、SIMS測定から求めた窒素/酸素のピーク強度比が0.0191、N2O流量が5slm、処理温度が900℃、処理時間が5分であり、再酸化レートは0.88Å/分である。図2に示すようにゲート酸化膜中の窒素濃度と再酸化レートの間には線形関係が成立し、ある酸化条件処理による窒化酸化膜に対する再酸化レートを算出することにより当該条件での窒素濃度を見積もることができる。即ち、本発明はこの特性を利用してSIMSやAES等の分析機器を用いることなく酸化膜中の窒素濃度を判定するものである。従って、簡単でかつ短時間な測定方法である膜厚測定でゲート酸化膜中の窒素濃度を評価できるので製造現場での工程の管理がし易くなり、製造における時間と費用を縮小することができる。尚、再酸化はドライO2でも良く、酸化性雰囲気中であれば良い。又、膜質を改善する塩酸ガスを混入した塩酸酸化処理を行えばアニール効果もある。又、当該再酸化は反応物質が酸化膜中を拡散してシリコンとの界面で反応するので再酸化膜の膜厚は拡散律速となる厚い膜は不適合で数百Å以下が望まし

(3)

特開2000-311928

3

4

い。

【発明の効果】本発明によれば、分析機器を用いることなく、酸化膜厚のその場観測によってゲート酸化膜中の窒素濃度を見積もることができ、モニタリング手法として有用である。

【図面の簡単な説明】

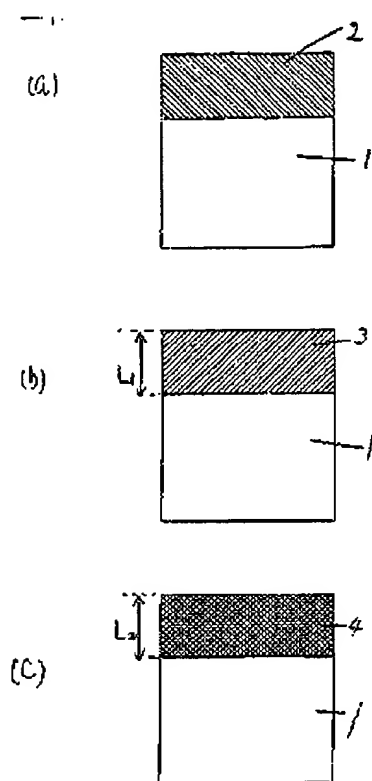
【図1】本発明の説明に供するゲート酸化膜形成工程図である。

*【図2】各酸化条件におけるSIMS測定から求めた窒素と酸素のピーク強度比と再酸化レートとの関係をプロットした特性図である。

【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 熱酸化膜
- 3 窒化酸化膜
- 4 再酸化膜

【図1】



【図2】

